

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 8 月 11 日 (11.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/074033 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/12, 21/265
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001226
 (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 28 日 (28.01.2005)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願2004-024851 2004 年 1 月 30 日 (30.01.2004) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱
 住友シリコン株式会社 (SUMITOMO MITSUBISHI
 SILICON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都
 港区芝浦一丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).
 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森田 悦郎

(MORITA, Etsuro) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区
 芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会
 社内 Tokyo (JP). 遠藤 昭彦 (ENDO, Akihiko) [JP/JP]; 〒
 1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シ
 リコン株式会社内 Tokyo (JP).

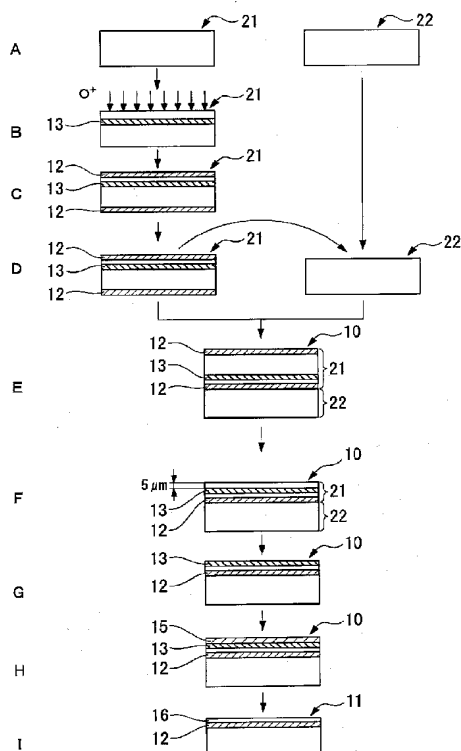
(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒
 1048453 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 Tokyo
 (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
 BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
 DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
 ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
 LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
 NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SOI WAFER

(54) 発明の名称: S O I ウェーハの製造方法



(57) Abstract: Disclosed is a method for manufacturing an SOI wafer which enables to obtain a thin-film SOI layer having a uniform in-plane film thickness. In this method, an oxygen ion-implanted layer is firstly formed in a wafer for active layer. The resulting wafer is bonded to a supporting wafer via a buried oxide film. The thus-obtained bonded wafer is ground from the wafer for active layer side so that a part of the wafer for active layer is left. The surface side of the remaining wafer for active layer is removed by polishing or KOH etching, thereby exposing the oxygen ion-implanted layer. In the oxygen ion-implanted layer, oxygen ions are implanted to a uniform depth in the plane. Following that, an oxide film is formed on the exposed surface of the oxygen ion-implanted layer through oxidation. Then, the oxide film is removed together with the oxygen ion-implanted layer using an HF liquid. The remaining portion of the wafer for active layer forms a thin-film SOI layer.

(57) 要約: 平面内でその膜厚が均一な薄膜の S O I 層を得ることができる S O I ウェーハの製造方法を提供する。この製造方法は、まず活性層用ウェーハに酸素イオン注入層を形成する。これを埋め込み酸化膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせる。貼り合わせウェーハの活性層用ウェーハ側を研削し、その一部を残す。残された活性層用ウェーハの表面側を、研磨または K O H エッチングにより除去し、酸素イオン注入層を露出させる。この酸素イオン注入層では酸素イオンが面内で均一な深さに注入されている。この後、酸化処理して酸素イオン注入層の露出面に酸化膜を形成する。さらに、この酸化膜を酸素イオン注入層とともに H F 液により除去する。残された活性層用ウェーハ部分が薄膜の S O I 層となる。



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

SOIウェーハの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、SOI(Silicon On Insulator)ウェーハの製造方法、詳しくは貼り合わせ法によるSOIウェーハの製造方法に関する。

本願は、2004年1月30日に出願された特願2004-24851号に対し優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] SOIウェーハは、従来のシリコンウェーハに比べ、素子間の分離、素子と基板間の寄生容量の低減、3次元構造が可能といった優越性があり、高速・低消費電力のLSIに使用されている。SOIウェーハの製造方法には、酸化膜を形成し二枚のシリコンウェーハを結合させたのち研削、研磨してSOI層を形成する貼り合わせ法がある。また、この貼り合わせ法には、スマートカット法(登録商標)が含まれている。

[0003] また、上記SOIウェーハの製造方法において、近年SOI層の薄膜化および膜厚の均一化が求められている。現状スマートカットの薄膜化にはCMP(Chemical Mechanical Polishing)が使われているが、ウェーハ全面を高精度に均一に研磨することが困難なため要求に対応できない。SOI層の薄膜化・均一化技術として、例えば特許文献1に記載のものが提案されている。すなわち、支持ウェーハに酸化膜を形成する一方、活性層用ウェーハ表面に熱拡散法やイオン注入法でボロンなどの高濃度不純物層を形成し、これらを貼り合わせる。次いで、活性層用ウェーハ側を研削し、研削にて残ったシリコン部分をエッチングして高濃度不純物層を露出させる。さらに、高濃度不純物層を酸化し、この酸化膜をHF液で除去することにより、SOIウェーハを作製する方法である。

[0004] また、特許文献2には、以下の技術が提案されている。すなわち、スマートカット法によるSOIウェーハの作製にあつて、まず剥離後のウェーハ表面を酸化処理して酸化膜を形成する。そして、HF水溶液を用いてこの酸化膜を除去する。この後、水素を含む還元性雰囲気下で熱処理して、その表面を平坦化する方法である。

- [0005] 通常、SOIの薄膜化に際しては、面内の膜厚の均一性が5〜10%以下であることが求められる。これを満たさないと、SOI層に形成するトランジスタの電気的特性（例えばスイッチング時間のばらつき）に大きな影響を与えてしまう。
- [0006] しかしながら、上記特許文献1に記載の技術では、研削面に残るシリコンをエッチングする場合、そのエッチング液のSiに対するエッチングレートと高濃度不純物層に対するそれとの差が大きい。したがって、研削後のSi面をエッチングすると、高濃度不純物層をもエッチングすることがあり、その高濃度不純物層の面内での厚さ均一性は得られない。よって、SOI層の膜厚については面内での均一性を保持できないこととなる。
- [0007] また、特許文献2に記載の技術では、水素ガスのエッチング効果を利用して平坦化処理を行う。しかしながら、この水素アニールまたはアルゴンガスアニールに際しては、縦型炉を使用するため、ガス流の不均一性のため、そのSOIウェーハの中心と外周端部とではガスによるエッチングレートの制御が難しい。このため、エッチングムラが生じやすくなり、このエッチングムラにより、SOI層の膜厚が不均一となる。

特許文献1:特開平9-116125号公報

特許文献2:特開2000-124092号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0008] そこで、この発明は、SOIウェーハにおいて、薄膜のSOI層でのその厚さの面内均一性を達成することができるSOIウェーハの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] この目的を達成するため、本発明は、活性層用ウェーハを絶縁膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成し、この後、活性層用ウェーハ側を薄膜化することによりSOIウェーハを製造するSOIウェーハの製造方法であって、活性層用ウェーハに酸素イオンを注入して、活性層用ウェーハに酸素イオン注入層を形成する工程と、次に還元雰囲気中で熱処理することで、酸素注入ウェーハの表面層近傍の酸素を外方拡散により低減する工程と、次いで、活性層用ウェーハを絶縁膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成する工程と、次

に、貼り合わせウェーハの活性層用ウェーハ部分を研削することにより、酸素イオン注入層の表面側に活性層用ウェーハの一部を残す工程と、この後、残された活性層用ウェーハの一部を研磨またはエッチングすることにより酸素イオン注入層を露出させる工程と、次いで、貼り合わせウェーハを酸化処理して酸素イオン注入層の露出面に所定厚さの酸化膜を形成する工程と、この後、この酸化膜を除去する工程とを含むSOIウェーハの製造方法である。

[0010] 活性層用ウェーハと支持用ウェーハとの間に形成される絶縁膜(例えば酸化膜)の厚さは限定されない。

また、活性層用ウェーハに注入される酸素イオンの注入加速電圧、ドーズ量は限定されない。これらの条件は、SOI層の目標膜厚により適宜選択される。貼り合わせウェーハの活性層用ウェーハの研削は機械式の加工で実施される。この研削により酸素イオン注入層の表面側に活性層用ウェーハの一部を残す。残される活性層用ウェーハの一部の膜厚は限定されない。

エッチングでは、アルカリ性エッチング液を使用する。

酸化処理は、例えば酸化性雰囲気で行う。その処理温度は限定されない。例えば、600℃～1000℃の酸化性雰囲気で行われる。酸化処理される酸化膜の厚さも限定されない。

この後の酸化膜除去は、HF液による洗浄でもよいし、または、水素ガスや、Arガス、またはHFを含むガスを使ったアニールによるエッチングを用いてもよい。

酸化膜を除去した後に、例えば、有機酸とフッ酸との混合液にSOIウェーハを浸漬して、SOIウェーハの表面に付着するパーティクルおよび金属不純物を除去する。

[0011] このSOIウェーハの製造方法にあつては、活性層用ウェーハの所定深さ位置に酸素イオン注入層を形成する。次いで、活性層用ウェーハを絶縁膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成する。この後、貼り合わせウェーハの活性層用ウェーハ部分を研削することにより、酸素イオン注入層の表面側に活性層用ウェーハの一部(膜厚略5 μ m)を残す。そして、残された活性層用ウェーハの一部のみを研磨する。または、アルカリエッチング液でエッチングする。これにより、酸素イオン注入層が露出する。

貼り合わせウェーハの酸素イオン注入層では、その面内において均一に酸素イオンが注入されている（注入することができる）。よって、露出した酸素イオン注入層は、面内において均一にかつ略均一の厚さに形成されている。したがって、この後、酸化処理により酸素イオン注入層の露出面に所定厚さの酸化膜を形成する。そして、この酸化膜を除去することにより、酸素イオン注入層も同時に除去される。この結果、SOI層を薄膜化できるとともに、その膜厚を均一化することができる。

[0012] また、本発明は、活性層用ウェーハに絶縁膜を介して水素または希ガス元素をイオン注入して、この活性層用ウェーハにイオン注入層を形成し、次いで、この活性層用ウェーハを絶縁膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成し、この後、この貼り合わせウェーハを熱処理して、イオン注入層を境界として貼り合わせウェーハの一部を剥離してSOIウェーハを製造するSOIウェーハの製造方法であって、剥離後のSOIウェーハの剥離面から酸素イオンを注入し、剥離面と上記絶縁膜との間に酸素イオン注入層を形成する工程と、次に、剥離面から酸素イオン注入層までの活性層用ウェーハの一部を研磨またはエッチングして酸素イオン注入層を露出させる工程と、次いで、このSOIウェーハを酸化処理して酸素イオン注入層の露出面に所定厚さの酸化膜を形成する工程と、この後、この酸化膜を除去する工程とを含むSOIウェーハの製造方法である。

この場合、酸素イオン注入領域より浅いウェーハ表層部分はSOI層になる。このため、注入時の注入損傷を抑制するために注入時の基板温度を400〜600℃に加熱する必要がある。しかしながら本発明では、表層部分は研磨またはエッチングされるため、注入損傷を考慮する必要がなく基板温度制御は不要となる。

[0013] このSOIウェーハの製造方法にあつては、まず活性層用ウェーハ（例えばシリコンウェーハに酸化膜を形成したウェーハ）にイオン注入層を形成する。次いで、この活性層用ウェーハを、絶縁膜を介して支持用ウェーハ（例えばシリコンウェーハ）に貼り合わせる。活性層用ウェーハと支持用ウェーハとが貼り合わされた結果、貼り合わせ界面に絶縁膜が介在された貼り合わせウェーハが形成される。この後、この貼り合わせウェーハを設定温度（例えば略500℃）にて熱処理する。この結果、イオン注入層を境界として貼り合わせウェーハが全面にて完全に剥離する。この後、SOIウェーハの

剥離面に所定条件の酸素イオンを注入する。これにより、所定深さ位置に酸素イオン注入層が形成される。

次に貼り合せ面の結合を強化するために1100℃以上の高温で熱処理を行う。この際の雰囲気は、還元雰囲気、酸化性雰囲気に限定されない。この熱処理により注入酸素層がSiO₂層となり、より研磨ストップに適した層となる。

この後、酸素イオン注入層までを研磨してイオン注入層を露出させる。これにより、SOI層を薄膜化するとともに、その厚さを均一化することができる。

[0014] 本発明のSOIウェーハの製造方法においては、砥粒濃度が1重量%以下の研磨剤を供給しながら、上記活性層用ウェーハの一部を研磨することが好ましい。

研磨剤としては、砥粒(例えばシリカ)濃度が1重量%以下の砥粒を含むアルカリ性溶液を使用する。アルカリ性溶液としては、無機アルカリ溶液(KOH、NaOH等)、有機アルカリ溶液またはこれらの混合溶液などがある。

[0015] このSOIウェーハの製造方法にあつては、砥粒(シリカ)濃度が1重量%以下の研磨剤を供給しながら、上記活性層用ウェーハの一部を研磨する。

研磨剤は、砥粒濃度が1重量%以下である。よって、砥粒による機械的な研磨作用がほとんどなく、化学的な研磨作用を有する。

アルカリ性溶液による化学的な研磨作用により、SOIウェーハの表面側の活性層用ウェーハの一部(Si層)が研磨される。アルカリ性溶液は、Si/SiO₂のエッチングレート比が高い。このため、活性層用ウェーハの一部であるSi層を効率よく研磨することができる。

この後、Si層が研磨されて、酸素イオン注入層が露出する。酸素イオン注入層には、アルカリ性溶液による化学的な研磨が作用しない。このため、酸素イオン注入層は、ほとんど研磨されない。この結果、酸素イオン注入層を均一に露出させることができる。

[0016] さらに、本発明のSOIウェーハの製造方法においては、アルカリ性エッチング液を使用して、上記活性層用ウェーハの一部をエッチングすることが好ましい。

アルカリ性エッチング液は、例えば、KOHが使用される。

[0017] このSOIウェーハの製造方法にあつては、活性層用ウェーハの一部をアルカリエッ

チング液を使用してエッチングする。アルカリ性エッチング液は、酸性エッチング液よりもエッチング速度が遅いが、シリコンとシリコン酸化物のエッチングレートの選択比が大きい。これにより、活性層用ウェーハの一部のみをエッチングして、酸素イオン注入層を露出させることができる。

発明の効果

[0018] 以上の説明の通り、この発明によれば、貼り合わせ法によるSOIウェーハの製造方法において、活性層用ウェーハに酸素イオン注入層を形成する。次いで、貼り合わせウェーハが作製し、これを活性層用ウェーハの一部を残して研削する。この後、砥粒濃度が1重量%以下の研磨剤を供給しながら活性層用ウェーハの一部のみを研磨して、酸素イオン注入層を露出させる。このとき、面内に酸素イオンが均一に注入されている。この後、酸化処理して酸化膜を形成し、これを酸素イオン注入層とともに除去する。これにより、SOI層が薄膜化されるとともに、その膜厚が均一化される。

また、スマートカット法のSOIウェーハにおいても、酸素イオンを注入することによりSOI層の薄膜化および均一化が可能となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、この発明の第一の実施形態に係る貼り合わせ法によるSOIウェーハの製造方法を示すフロー図である。

[図2]図2は、この発明の第二の実施形態に係るスマートカット法によるSOIウェーハの製造方法を示すフロー図である。

符号の説明

[0020] 10、110 貼り合わせウェーハ
11、111 SOIウェーハ
12、112 酸化膜(BOX層)
13、113 酸素イオン注入層
15、115 酸化膜
16、116 SOI層
21、121 活性層用ウェーハ
22、122 支持用ウェーハ

発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、この発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

実施例 1

[0022] まず、貼り合わせ法によるSOIウェーハ11の製造方法について、図1を参照して説明する。最初に、図1のAに示すように、CZ法により育成され、ボロンがドーパントとされたシリコンインゴットからスライスした直径200mmシリコンウェーハを2枚準備する。これらのシリコンウェーハのうち、一方を活性層用ウェーハ21(比抵抗 $1\sim 10\ \Omega\cdot\text{cm}$)とし、他方を支持用ウェーハ22(比抵抗 $10\sim 20\ \Omega\cdot\text{cm}$)とする。

[0023] 次いで、図1のBに示すように、活性層用ウェーハ21を、イオン注入装置の真空チャンバの中にセットする。そして、活性層用ウェーハ21の表面から加速電圧 $=170\text{keV}$ 、ドーズ量 $=5.0\text{E}16\sim 5.0\text{E}17\text{atoms}/\text{cm}^2$ の範囲、より好ましくはドーズ量 $=1.0\text{E}17\sim 3.0\text{E}17\text{atoms}/\text{cm}^2$ の条件で酸素イオンを注入する。酸素イオンは、活性層用ウェーハ21の表面から所定深さの位置まで注入される。この結果、活性層用ウェーハ21の表面より約 3000\AA の深さ位置に酸素イオン注入層13が形成される。

次に還元雰囲気中で熱処理することで、酸素注入ウェーハの表面層近傍の酸素を外方拡散により低減させる。雰囲気としてアルゴンを用い、温度 1100°C 以上、略2時間とする。この熱処理によって、酸素イオン注入を起因とした最終SOIウェーハでのSOI層中の酸素析出物の発生が抑制され、結晶欠陥の少ないSOIウェーハを製造することが可能となる。

[0024] この後、図1のCに示すように、活性層用ウェーハ21となるシリコンウェーハの表面に酸化膜(BOX層)12を形成する。酸化膜12の形成は、酸化炉内にシリコンウェーハを装入し、これを4時間、温度 1000°C で加熱することにより行われる。このとき、形成される酸化膜12の厚さは 1500\AA である。なお、この工程は上記酸素イオン注入工程の前に行ってもよい。

[0025] 次に、図1のDに示すように、活性層用ウェーハ21を、酸素イオンが注入された面(酸化膜12表面)を貼り合わせ面として、支持用ウェーハ22に貼り合わせる。この結果、図1のEに示すように、貼り合わせ界面に絶縁膜(酸化膜12)が介在された貼り合わ

せウエーハ10が形成される。

[0026] この後、貼り合わせウエーハ10について、その活性層用ウエーハ21と、支持用ウエーハ22とを強固に結合するための貼り合わせ熱処理を行う。熱処理の条件は、酸化性ガス雰囲気中で1100℃以上、略2時間とする。以上の熱処理を施すことで、注入酸素イオンの一部は酸素析出物(SiO_2)に変化し、その後研磨またはエッチングの選択性を高めることができる。

[0027] 次に、図1のFに示すように、研削装置を用いて貼り合わせウエーハ10の活性層用ウエーハ21をその表面(貼り合わせ面とは反対側の面)から所定の厚さ分だけ研削する。そして、酸素イオン注入層13の表面側に活性層用ウエーハ21の一部(膜厚略5 μm)を残す。

[0028] そして、図1のGに示すように、砥粒(シリカ)濃度が1重量%以下の砥粒を含む研磨剤を供給しながら、一般の研磨装置を使用して(図示せず)研削された貼り合わせウエーハ10の表面を研磨する。研磨剤としては、砥粒濃度が1重量%以下であるアルカリ性溶液を使用する。アルカリ性溶液は、有機アルカリ溶液でありアミンを主成分としたもの(例えば、ピペラジン、エチレンジアミン等)を使用する。

[0029] アルカリ性溶液による化学的な研磨作用により、活性層用ウエーハ21の一部(Si層)が研磨される。アルカリ性溶液は、Siと SiO_2 とのエッチングレート比が高い。このため、活性層用ウエーハ21の一部であるSi層を効率よく研磨することができる。

[0030] この後、Siが研磨されて、酸素イオン注入層13が露出する。酸素イオン注入層13は、アルカリ性溶液による化学的な研磨が作用せずにはほとんど研磨されない。なお、酸素イオン注入層13は、SOIウエーハ11の面内に均一に形成されている。この結果、面内に均一に形成された酸素イオン注入層13が露出する。

[0031] または、アルカリ性エッチング液を使用して、活性層用ウエーハ21の一部をエッチングすることも可能である。具体的には、KOHを純水(DIW)に溶かしたアルカリ性エッチング液(液温85℃)に、研削後の貼り合わせウエーハ10を浸漬する。なお、アルカリ性エッチング液は10重量%のKOHを含んでいる。また、このエッチング液中には0.1重量%の過酸化水素(H_2O_2)が添加されている。これにより、Si/ SiO_2 のエッチングレート比が300以上となり、酸化膜(SiO_2)は溶損しにくい。したがって、こ

のアルカリ性エッチング液を使用してエッチングすると、上記研削で残った活性層用ウェーハ21の一部が除去される。そして、酸素イオン注入層13の表面が露出する。

[0032] そして、この後、図1のHに示すように、貼り合わせウェーハ10について、酸化性雰囲気中で、温度を950℃、0.5時間のウェット酸化処理を行う。この結果、酸素イオン注入層13の露出面に所定厚さの酸化膜15が形成される。

[0033] 次に、図1のIに示すように、この酸化膜15を例えばHFエッチング(HF液組成10%、温度20℃)により除去する。これにより、酸化膜除去後露出したSOI層16の厚さが面内にて均一化され、かつ薄膜化される。

[0034] 上記一連の工程(酸化処理およびHFエッチング)は、複数回行ってもよい。これにより、平坦化された粗さを維持したままで、SOI層16の薄膜化がより可能である。すなわち、SOI層16の取り代が大きい場合は、酸化処理して酸化膜15を形成した後、例えばHFエッチングにより酸化膜15を除去する工程を繰り返すことにより、SOI層16がより薄膜化される。

[0035] 次に、貼り合わせウェーハ10を以下の処理により洗浄する。まず、オゾン濃度が5ppmの溶存オゾン水溶液に、次に、純水に対して有機酸としてクエン酸を0.06重量%混合した水溶液に、そして、フッ酸を0.05重量%添加した水溶液に、この後、純水に対して有機酸であるクエン酸を0.6重量%添加した水溶液に、最後に、オゾン濃度が5ppmの室温の溶存オゾン水溶液にそれぞれ浸漬する。時間は各5分、温度は室温である。これにより、貼り合わせウェーハ10の表面から金属不純物またはパーティクルが除去される。洗浄後、アルゴンガス雰囲気中で温度1200℃、1時間保持して熱処理をする。以上の工程により、SOIウェーハ11を完成させる。

[0036] 以上の結果、酸素イオン注入層13は、活性層用ウェーハ21の面内に均一にかつ均一深さでイオン注入されて形成されている。そして、酸素イオン注入層13を露出させるまで研磨する。この後、酸化処理をして酸化膜15を形成し、これを酸素イオン注入層13とともに除去すれば、SOI層16が薄膜化されるとともに、膜厚を均一化することができる。このようにして形成されたSOI層16の膜厚は200Åから700Åでコントロールできる。それぞれの膜厚で面内の膜厚分布のばらつきは、5%以内となる。

実施例 2

[0037] 次に、本発明の第二の実施形態として、スマートカット法によるSOIウェーハ111の製造方法について、図2を参照して説明する。

[0038] まず、図2のAに示すように、CZ法により育成され、ボロンがドーパントとされたシリコンインゴットからスライスした200mmシリコンウェーハを2枚準備する。これらのシリコンウェーハを、一方を活性層用ウェーハ121として、他方を支持用ウェーハ122とする。

[0039] そして、図2のBに示すように、活性層用ウェーハ121となるシリコンウェーハの表面に酸化膜112を形成する。酸化膜112の形成は、酸化炉内にシリコンウェーハを装入し、これを4時間、温度1000℃に加熱することにより行われる。このとき、形成される酸化膜112の厚さは1500Åである。

[0040] 次に、酸化膜112が形成された活性層用ウェーハ121を、イオン注入装置の真空チャンバの中にセットする。そして、図2のCに示すように、活性層用ウェーハ121の表面より酸化膜112を介して加速電圧＝50keV、ドーズ量＝ $5.0 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ の水素イオンを注入する。水素イオンは、活性層用ウェーハ121の表面から所定深さの位置まで注入される。この結果、活性層用ウェーハ121の所定深さ位置(約4500Å)に水素イオン注入層114が形成される。

[0041] 次に、図2のDに示すように、水素イオンが注入された活性層用ウェーハ121を、そのイオンが注入された面(酸化膜112表面)を貼り合わせ面として、支持用ウェーハ122に貼り合わせる。この結果、貼り合わせ界面に酸化膜112が介在された貼り合わせウェーハ110が形成される。

[0042] 図2のEに示すように、貼り合わせウェーハ110を熱処理室において剥離熱処理を施す。このとき、熱処理室内は、温度が略500℃で窒素ガス雰囲気30分保持される。

[0043] すると、貼り合わせウェーハ110は、水素イオン注入層114において希ガス(水素ガス)のバブルが形成され、このバブルが形成された水素イオン注入層114を境界として、貼り合わせウェーハ110の一部(活性層用ウェーハ121の一部)が剥離する。これにより、図2のFに示すように、SOIウェーハ111が形成される。

[0044] 次に、図2のGに示すように、剥離後のSOIウェーハ111の剥離面117に酸素イオ

ンを注入する。このときの注入の条件は、加速電圧＝40keV、ドーズ量＝ 5.0×10^{16} ～ 5.0×10^{17} atoms/cm²の範囲、より好ましくはドーズ量＝ 1.0×10^{17} ～ 3.0×10^{17} atoms/cm²である。これによりSOIウェーハ111の剥離面117より約500Åの深さ位置（剥離面117と酸化膜112との間）に酸素イオン注入層113が形成される。

[0045] この後、SOIウェーハ111の活性層用ウェーハ121と、支持用ウェーハ122とを強固に結合するための貼り合わせ強化熱処理を行う。熱処理の条件は、Arガス雰囲気中で1100℃以上、略2時間の条件で行う。

[0046] 次に、図2のHに示すように、SOIウェーハ111の表面を、砥粒濃度が1重量%以下の研磨剤を供給しながら研磨し、酸素イオン注入層113の表面を露出させる。または、アルカリ性エッチング液を使用して、活性層用ウェーハの一部をエッチングする。活性層用ウェーハの一部の研磨およびエッチングの方法は上記第一の実施形態と同じである。

[0047] そして、この後、図2のIに示すように、SOIウェーハ111について、酸化性雰囲気中で、温度を650℃、1時間のウェット酸化処理を行う。この結果、酸素イオン注入層113の露出面に所定厚さの酸化膜115が形成される。

[0048] そして、図2のJに示すように、この酸化膜115を例えばHFエッチングにより除去する。これにより、SOI層116の厚さが薄膜化され、かつ均一化される。

[0049] 最後に、SOI層116の表面のパーティクル除去を行い、アルゴンガス雰囲気での熱処理を行って、SOIウェーハ111を完成させる。

[0050] スマートカット法によるSOIウェーハ111の製造方法において、本発明のSOIウェーハの製造方法により製造されたSOI層116（膜厚500Å）の均一性を確認する実験を実施した。また、酸素イオン注入の有無およびCMP研磨／研磨布による研磨（砥粒レス）の条件を変えて実験を行い比較した。この結果を表1に示す。

[0051] [表1]

	酸素イオン注入層	薄膜化手法	SOI層のばらつき 値（最大－最小）
比較例 1	なし	CMP	> 100 Å
比較例 2	あり	CMP	> 100 Å
比較例 3	なし	研磨布（砥粒レス）	> 100 Å
本発明	あり	研磨布（砥粒レス）	20 Å

[0052] この表1の結果により、通常 CMP 研磨による SOI ウェーハの製造方法よりも本発明による SOI ウェーハの製造方法の方が、SOI 層 116 の均一化が改善されていることが確認された。

[0053] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。本発明は前述した説明によって限定されることなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用の可能性

[0054] 本発明の SOI ウェーハの製造方法によれば、貼り合わせ法およびスマートカット法により作製された SOI ウェーハにおける SOI 層を薄膜化するとともに、その膜厚の均一化が可能となる。

請求の範囲

- [1] 活性層用ウェーハを絶縁膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成し、この後、前記活性層用ウェーハ側を薄膜化することによりSOIウェーハを製造するSOIウェーハの製造方法であって、
- 前記活性層用ウェーハに酸素イオンを注入して、前記活性層用ウェーハに酸素イオン注入層を形成する工程と、
- 前記酸素イオン注入層が形成された前記活性層用ウェーハを還元雰囲気中で熱処理することで、前記活性層用ウェーハの表面層近傍の酸素を外方拡散により低減する工程と、
- 前記活性層用ウェーハを前記絶縁膜を介して前記支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成する工程と、
- 前記貼り合わせウェーハの前記活性層用ウェーハ部分を研削することにより、酸素イオン注入層の表面側に前記活性層用ウェーハの一部を残す工程と、
- 残された前記活性層用ウェーハの一部を研磨またはエッチングすることにより前記酸素イオン注入層を露出させる工程と、
- 前記貼り合わせウェーハを酸化処理して前記酸素イオン注入層の露出面に所定厚さの酸化膜を形成する工程と、
- 前記酸化膜を除去する工程と
- を含むSOIウェーハの製造方法。
- [2] 活性層用ウェーハに絶縁膜を介して水素または希ガス元素をイオン注入して、前記活性層用ウェーハにイオン注入層を形成し、次いで、前記活性層用ウェーハを絶縁膜を介して支持用ウェーハに貼り合わせて貼り合わせウェーハを形成し、この後、前記貼り合わせウェーハを熱処理して、前記イオン注入層を境界として前記貼り合わせウェーハの一部を剥離してSOIウェーハを製造するSOIウェーハの製造方法であって、
- 剥離後の前記SOIウェーハの剥離面から酸素イオンを注入し、前記剥離面と前記絶縁膜との間に酸素イオン注入層を形成する工程と、
- 前記剥離面から前記酸素イオン注入層までの前記活性層用ウェーハの一部を研

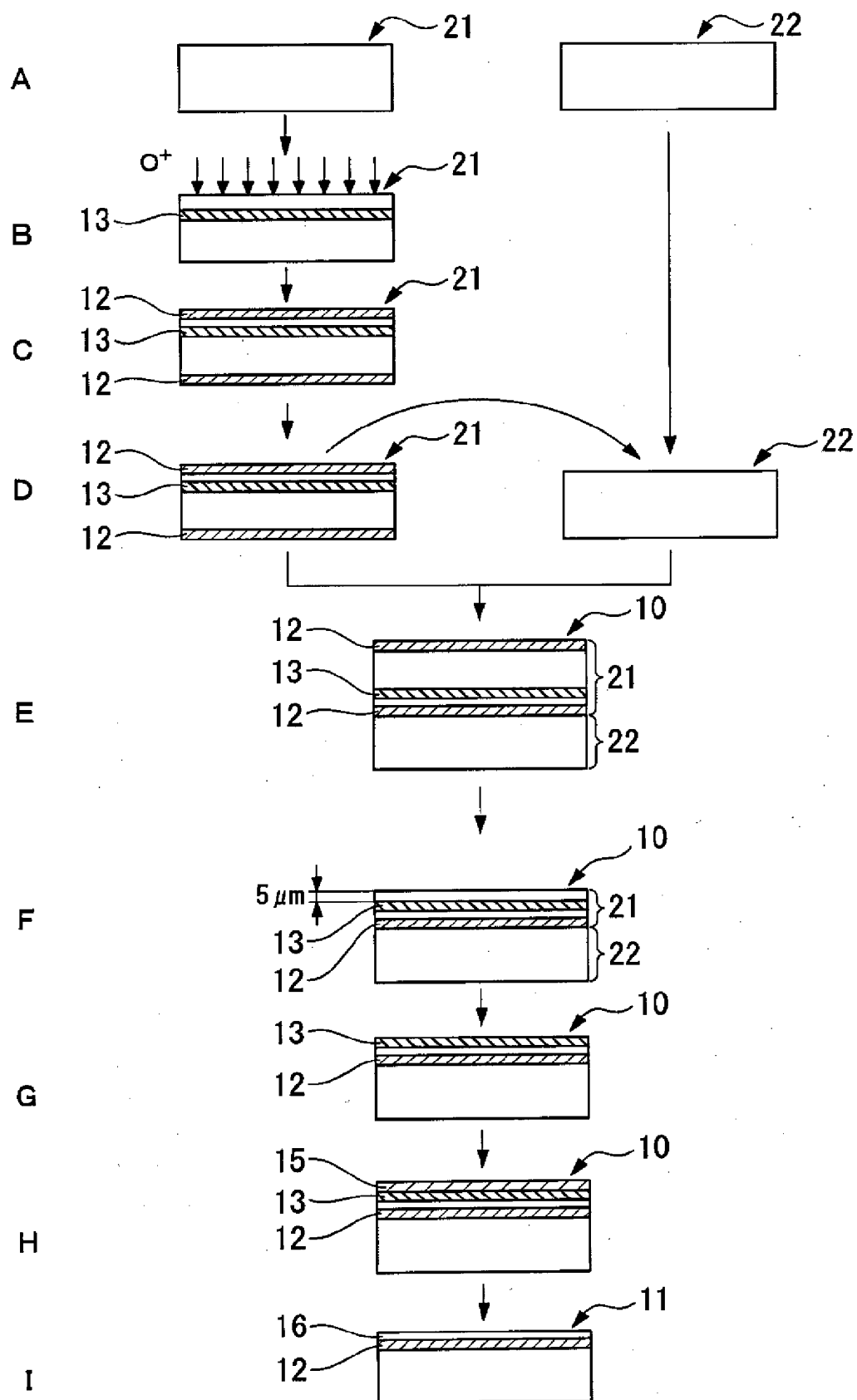
磨またはエッチングして酸素イオン注入層を露出させる工程と、

前記SOIウェーハを酸化処理して前記酸素イオン注入層の露出面に所定厚さの酸化膜を形成する工程と、

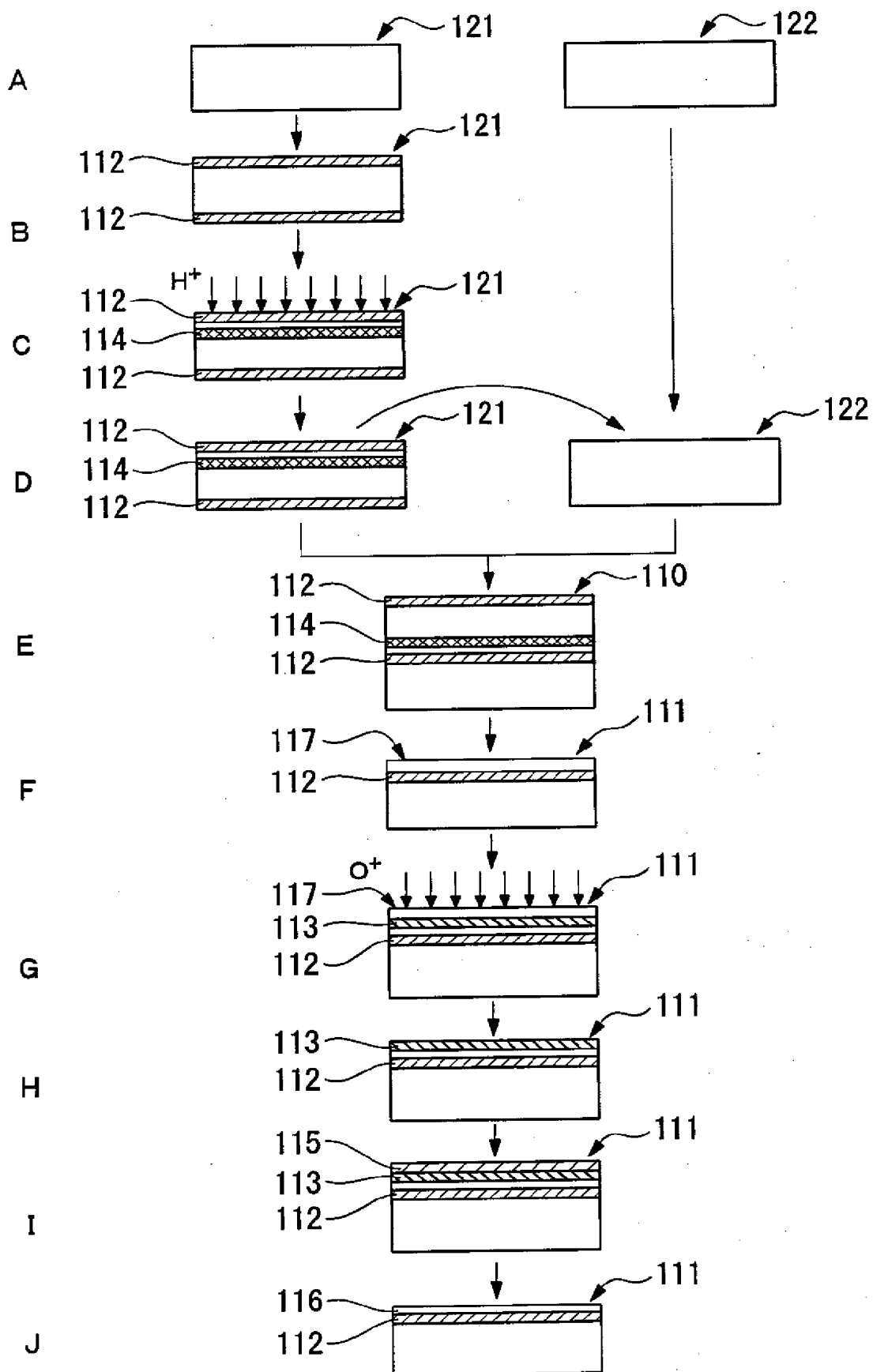
前記酸化膜を除去する工程と
を含むSOIウェーハの製造方法。

- [3] 前記酸素イオン注入層を形成する工程は、酸素ドーズ量が $5.0 \times 10^{16} \sim 5.0 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ の範囲である請求項1に記載のSOIウェーハ製造方法。
- [4] 前記酸素イオン注入層を形成する工程は、酸素ドーズ量が $5.0 \times 10^{16} \sim 5.0 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ の範囲である請求項2に記載のSOIウェーハ製造方法。
- [5] 前記酸素イオン注入層を露出させる工程は、砥粒濃度が1重量%以下の研磨剤を供給しながら前記活性層用ウェーハの一部を研磨する請求項1または請求項3に記載のSOIウェーハの製造方法。
- [6] 前記酸素イオン注入層を露出させる工程は、アルカリ性エッチング液を使用して前記上記活性層用ウェーハの一部をエッチングする請求項1または請求項3に記載のSOIウェーハの製造方法。
- [7] 前記酸素イオン注入層を露出させる工程は、砥粒濃度が1重量%以下の研磨剤を供給しながら前記活性層用ウェーハの一部を研磨する請求項2または請求項4に記載のSOIウェーハの製造方法。
- [8] 前記酸素イオン注入層を露出させる工程は、アルカリ性エッチング液を使用して前記上記活性層用ウェーハの一部をエッチングする請求項2または請求項4に記載のSOIウェーハの製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L27/12, 21/265

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/12, 21/265, 21/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2-228061 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 11 September, 1990 (11.09.90), Full text; all drawings	1, 3, 6
Y	Full text; all drawings	5
A	Full text; all drawings (Family: none)	2, 4, 7, 8
Y	JP 5-129258 A (Hitachi, Ltd.), 25 May, 1993 (25.05.93), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3, 5
A	JP 11-145074 A (Denso Corp.), 28 May, 1999 (28.05.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 April, 2005 (14.04.05)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2005 (10.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001226

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004/010505 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 29 January, 2004 (29.01.04), Full text; all drawings & JP 2004-55752 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L27/12, 21/265

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L27/12, 21/265, 21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2-228061 A (日本電信電話株式会社) 1990. 09. 11, 全文、全図	1, 3, 6
Y	全文、全図	5
A	全文、全図 (ファミリーなし)	2, 4, 7, 8
Y	JP 5-129258 A (株式会社日立製作所) 1993. 05. 25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 3, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 04. 2005

国際調査報告の発送日

10.05.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

綿引 隆

電話番号 03-3581-1101 内線 3460

4M

2934

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-145074 A (株式会社デンソー) 1999. 05. 28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2004/010505 A (信越半導体株式会社) 2004. 01. 29, 全文、全図 & JP 2004-55752 A	1-8